

Revista Portuguesa de Educação, 2000, 13(1), pp. 185-208
© 2000, CEEP - Universidade do Minho

Concepções de futuros professores de Ciências Físico-Químicas sobre a utilização de actividades laboratoriais

Ana Sofia Afonso & Laurinda Leite
Universidade do Minho, Portugal

Resumo

De acordo com uma perspectiva construtivista do ensino e da aprendizagem, será de esperar que os futuros professores de Ciências Físico-Químicas tenham ideias prévias acerca do modo como esta disciplina deve ser ensinada e que essas ideias influenciem as suas aprendizagens em disciplinas que visam prepará-los para um ensino mais eficaz, como é o caso das disciplinas de Didáctica/Metodologias de ensino da Física e Química. O objectivo deste estudo é diagnosticar as concepções prévias de futuros professores, quando chegam à disciplina de Metodologia de ensino da Física e Química, no que se refere à utilização de actividades laboratoriais. Para efeitos de recolha de dados, pediu-se a futuros professores que se imaginassem professores do 8º ano e descrevessem como dariam uma aula cujo objectivo fosse ensinar o conceito de Reacção Química. Os resultados indicam que os futuros professores recorreriam bastante às actividades laboratoriais mas não as utilizariam da forma mais adequada.

Existe actualmente um largo consenso em torno das ideias de que os sujeitos constroem conhecimentos antes de serem submetidos a situações formais de aprendizagem e de que esses conhecimentos prévios influenciam as futuras aprendizagens, podendo facilitá-las ou até mesmo impedir que ocorram.

A aplicação destas ideias, que foram estabelecidas no âmbito do ensino e da aprendizagem escolar das ciências, a outras áreas,

nomeadamente, à formação de professores (Stofflett, 1994; Bell & Gilbert, 1996; Hewson, Tabachnick, Zeichner & Lemberger, 1999), bem como os resultados de investigações sobre concepções de professores acerca de como ensinar uma dada disciplina (Aguirre, Haggerty & Linder, 1990; Stofflett, 1994; Skamp, 1997), levam-nos a esperar que os futuros professores de Ciências Físico-Químicas tenham ideias prévias acerca do modo como esta disciplina deve ser ensinada e que essas ideias influenciem as aprendizagens que devem realizar no âmbito de disciplinas universitárias que visam prepará-los para um ensino mais eficaz, como é o caso das disciplinas de Didáctica/Metodologias de ensino da Física e Química. Justifica-se, por isso, que nos preocupemos em diagnosticar as concepções que os nossos alunos têm sobre os assuntos a abordar na disciplina de Metodologia do ensino da Física e Química, de modo a podermos dar uma orientação construtivista às nossas aulas, trabalhando com as ideias dos alunos, futuros professores, e de modo a facilitar a sua reconstrução, sempre que isso se afigure necessário. Foi com essa finalidade que foram recolhidos os dados que vamos analisar neste artigo.

Fundamentação teórica

Didáctica e Formação de professores

Quando os alunos futuros professores chegam à disciplina de Metodologia do ensino da Física e Química trazem ideias acerca de como ensinar a disciplina de Ciências Físico-Químicas e de quais os recursos didáticos relevantes para o ensino desta disciplina, que foram sendo construídas na sequência das suas experiências como alunos do ensino básico, secundário e superior. Contudo, e apesar de a Didáctica ter abandonado há já bastante tempo as teorias prescritivas (Laursen, 1994), muitos futuros professores continuam a esperar encontrar um professor de Didáctica que lhes diga como se ensina (Loughran, 1996). Nenhum professor de Didáctica pode fazer isso porque não há uma única forma de ensinar (Loughran, 1996; Wellington, 2000). Mas se o professor de Didáctica perfolhar uma perspectiva construtivista do ensino e da aprendizagem, por analogia com o que acontece com as ideias dos alunos acerca de conceitos e fenómenos científicos (Vecchi & Giordan, 1991), esperará que também os conhecimentos prévios dos futuros professores acerca de como ensinar uma

dada disciplina incluam concepções alternativas com as quais e contra as quais ele precisa trabalhar. Assim sendo, se nas disciplinas de Didáctica ou Metodologia de ensino se pretender adoptar uma estratégia de formação de índole construtivista, deve ter-se em conta o ponto de partida dos futuros professores, adoptar estratégias de formação perspectivadas para a mudança conceptual e mecanismos de avaliação que permitam monitorar a evolução das concepções dos alunos (Cachapuz & Martins, 1991; Stofflett, 1994; Tabachnick & Zeichner, 1999). Se no caso das concepções alternativas dos alunos sobre conceitos e fenómenos científicos há já literatura que sintetiza resultados das inúmeras investigações realizadas nesta área (Moreno & Moreno, 1989; Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994) e que nos permite antecipar as concepções que provavelmente os nossos alunos terão, no caso das concepções dos futuros professores esse tipo de investigação é escassa, não se conhecendo estudos que se centrem nas concepções de futuros professores, sem formação em didáctica, acerca da utilização de actividades laboratoriais no ensino da Física ou da Química.

As actividades laboratoriais no ensino das ciências

A reforma educativa implementada em Portugal a partir do início dos anos 90 não só reforçou a importância do trabalho laboratorial (tal como definido em Leite, no prelo) como melhorou as condições para promover a sua realização no âmbito das disciplinas de ciências dos ensinos básico e secundário. A importância atribuída à componente laboratorial é evidenciada no programa de Ciências Físico-Químicas, 3ºciclo do ensino básico (DEB, 1995) por recomendações que se centram no modo como o trabalho laboratorial (aí designado de experimental) deve ser integrado na disciplina (ex.: "A componente experimental, não dissociável da componente teórica, é uma constante do programa" (p. 14); "todas as aulas deverão ser encaradas como potencialmente de natureza teórica e prática" (p. 24)). Acresce ainda o facto de este programa incluir uma secção onde alerta para a existência de diversos tipos de actividades laboratoriais e discutir as potencialidades de cada um deles, de modo a chamar a atenção dos professores para a necessidade de adequar o tipo de actividade laboratorial a utilizar numa dada aula ao objectivo que se pretende atingir com essa actividade. De notar que o referido programa considera um tipo de actividades que designa por

actividades de previsão as quais correspondem às que Gunstone (1991) designou por "Prevê-Observa-Explica" e que parecem ser capazes de promover a mudança conceptual dos alunos, nomeadamente no tópico Reacções Químicas, do 8º ano de escolaridade (Afonso, 1997).

No entanto, um estudo realizado por Cachapuz, Malaquias, Martins, Thomaz e Vasconcelos (1989) permitiu concluir que apesar de o trabalho laboratorial ser utilizado com uma frequência razoável por professores de Ciências Físico-Químicas, ele consistia essencialmente em demonstrações realizadas pelos professores. Este resultado levou os autores do referido estudo a defender a necessidade de centrar o trabalho laboratorial preferencialmente no aluno e a perspectivá-lo "não simplesmente como uma ilustração de aspectos teóricos" (p. 69). Passados dez anos e implementada uma reforma curricular que reconhece importância ao trabalho laboratorial, esta situação parece não se ter alterado muito, como indicam dados recolhidos junto de professores (Leite, 1999a) e de manuais escolares (Leite, 1999b).

Se é verdade que usamos trabalho laboratorial porque as ciências são disciplinas práticas, não é menos verdade que ensinamos ciências porque as ciências são disciplinas teóricas (Millar, 1998) que nos fornecem conceitos capazes de melhorar a nossa compreensão do mundo. Por isso, e pese embora o facto de o trabalho laboratorial não ser ainda tão popular nas nossas escolas quanto gostaríamos, temos que concordar com Hodson (1990) quando afirma que ele é simultaneamente sobre utilizado e infra-utilizado uma vez que, como defende Gunstone (1991), "para que o trabalho prático tenha algum efeito sério na reconstrução das ideias dos alunos e no relacionamento de conceitos, os alunos precisam de passar mais tempo a interagir com ideias e menos tempo a interagir com *aparatus*." (p. 74). Com isto queremos significar que não é tanto a quantidade de trabalho laboratorial que é importante mas mais a qualidade desse trabalho. Essa qualidade passa, entre outros, pela utilização de actividades de tipos diversificados, adequadamente seleccionadas e executadas em condições consistentes com os objectivos a atingir (Leite, no prelo).

Nas disciplinas de didáctica será necessário trabalhar de modo a evitar que os futuros professores usem o trabalho laboratorial simplesmente porque 'a ciência é uma actividade prática', mas antes o usem de uma forma racional, de modo a promover uma aprendizagem mais significativa da Física e da Química.

As reacções químicas e o seu ensino

O conceito de reacção química é abordado pela primeira vez no 8º ano de escolaridade no âmbito da área temática "Substâncias Químicas: O que são e o que se faz com elas".

Sobre este conceito, o referido programa afirma que, no final da unidade, o aluno deve "reconhecer que uma substância pode originar outras por acção do calor, da corrente eléctrica, da acção mecânica e da luz [...] por simples junção de duas substâncias." (D.E.B, 1995, p.17). Acrescenta ainda que a compreensão do que é uma reacção química a nível macroscópico não é suficiente, pelo que recomenda a sua interpretação em termos de rearranjo de átomos.

Diversas investigações realizadas no estrangeiro (ex.: Chastrette & Franco, 1991; Hesse & Anderson, 1992; Kwen, 1996; Pasdeloup & Lougier, 1994) e no país (Martins, 1989; Afonso, 1997) revelaram que os alunos possuem diversas concepções alternativas acerca do conceito de reacção química. As mais relevantes no contexto deste estudo são:

- numa reacção química existe um reagente principal;
- numa reacção química os reagentes não interagem;
- numa reacção química as substâncias apenas mudam de estado físico;
- nas reacções químicas produz-se uma substância chamada calor.

A existência destas concepções alternativas reforça a importância das recomendações programáticas acima referidas, as quais são, por sua vez, concordantes com a recomendação efectuada por Moreno e Moreno (1989), de que é conveniente iniciar o estudo das reacções químicas a nível macroscópico e posteriormente abordá-las a nível corpuscular.

A compreensão macroscópica das reacções químicas é facilitada por sequências de ensino que se iniciem com a realização de actividades laboratoriais, que permitam ao aluno a utilização de critérios operacionais, baseados na percepção, para ajuizar da ocorrência ou não de reacções químicas (Solomonidou & Stravidou, 1994). Contudo, dadas as limitações desses critérios, propriedades como a densidade, o ponto de fusão e de ebulição das substâncias ou a identificação de gases (por exemplo, pelos métodos do pavio em brasa ou do estalido) devem complementar o que é

percepção (Solomonidou & Stravidou, 1994; Bar & Travis, 1991), a fim de evitar não só que os alunos usem a "metodologia de superficialidade" (Gil-Perez & Cascarrosa-Alis, 1985) para decidir quando ocorre ou não uma reacção química, mas também que reforcem concepções alternativas no âmbito do tema em causa. De facto, se um aluno, baseado na percepção, interpretar o aparecimento dos gases hidrogénio e oxigénio aquando da realização da electrólise da água como sendo devidos a uma mudança do estado físico da água, os testes do pavio em brasa e do estalido poderão pôr em causa esta concepção. Note-se, no entanto, que esta análise macroscópica do que acontece requer que os alunos dominem o conceito de substância e que conheçam as propriedades que caracterizam as substâncias, enquanto que a interpretação microscópica requer que os alunos possuam conhecimentos sobre a estrutura da matéria. Na verdade, estes aspectos são considerados por alguns autores (De Posada-Aparício, 1993; Furió, Bullejos & Manuel, 1994) como pré-requisitos para a aprendizagem do conceito de reacção química.

Objectivos do estudo

Dado que os indivíduos constroem ideias mesmo antes de serem formalmente ensinados, que o laboratório é um recurso muito importante no ensino e na aprendizagem das Ciências Físico-Químicas, e ainda que o conceito de reacção química é um conceito central da química que se presta a ser ensinado no laboratório, o objectivo deste estudo é analisar as ideias prévias de futuros professores, quando chegam à disciplina de Metodologia de ensino da Física e Química, no que se refere à utilização de actividades laboratoriais para ensino do conceito de reacção química. Assim, pretendemos:

- verificar se os futuros professores privilegiam ou não as actividades laboratoriais relativamente a outros recursos didácticos;
- analisar os objectivos com que as actividades laboratoriais são usadas;
- identificar os responsáveis pela execução das actividades laboratoriais;
- analisar a adequação do conteúdo das actividades laboratoriais seleccionadas pelos futuros professores.

Não poderemos saber se os futuros professores usariam as actividades laboratoriais de mesma forma no ensino de outros conteúdos mas ficaremos com uma noção da importância que lhe atribuem no caso de um tema que se propicia à sua utilização e de quais as condições de utilização das actividades laboratoriais que eles privilegiam. Para além disso, passaremos a dispor de dados que nos permitam leccionar mais eficazmente sobre a problemática da utilização do laboratório no ensino das ciências.

Metodologia

Os dados foram recolhidos através de um questionário anónimo, elaborado para o efeito, em que se pedia a futuros professores de Ciências Físico-Químicas que se imaginassem professores do 8º ano e descrevessem, pormenorizadamente, como dariam uma aula cujo objectivo fosse ensinar o conceito de Reacção Química. Este conceito foi seleccionado por ser um conceito fundamental da Química, familiar aos futuros professores, e para cuja leccionação é frequente recorrer-se a actividades laboratoriais. O método de recolha de dados foi adaptado do "método de preparação de aulas", descrito em Valk e Broekman, (1999) e já utilizado por uma das autoras numa investigação (Frederik, Valk, Leite & Thoren 1999) que envolveu futuros professores portugueses e estrangeiros.

O questionário foi administrado em condições de exame, mas sem tempo limite, aos alunos (futuros professores) que frequentavam o 4º ano da Licenciatura em ensino de Física e Química da Universidade do Minho, na primeira aula de Metodologia do ensino da Física e Química.

Durante três anos lectivos consecutivos recolheu-se um total de 124 questionários devidamente preenchidos.

As descrições das aulas efectuadas pelos participantes no estudo foram objecto de análise de conteúdo, de modo a identificar a diversidade de recursos didácticos que os futuros professores utilizariam. Seguidamente, seleccionaram-se as descrições em que havia recurso a actividades laboratoriais e analisou-se o modo como essas actividades seriam usadas e ainda a adequação das mesmas.

Depois de categorizadas, as respostas obtidas foram objecto de análise quantitativa, tendo-se calculado frequências e percentagens, excepto

nos casos em que a diversidade de respostas era muito grande e permitia apenas uma análise qualitativa.

Na apresentação dos resultados, as citações das descrições efectuadas pelos futuros professores são identificadas por um código correspondente ao número de ordem atribuído ao respectivo questionário.

Apresentação e análise dos resultados

As actividades laboratoriais no conjunto dos recursos didácticos propostos

A análise das descrições de aula permite constatar que os futuros professores organizariam as suas aulas em torno de um único recurso didáctico e que os recursos didácticos propostos são pouco diversificados. De facto, a análise da Tabela 1 mostra que a maioria dos inquiridos (66.1%) utilizaria actividades laboratoriais, dois utilizariam analogias e os restantes optariam por apresentar verbalmente exemplos para acompanharem as suas explicações sobre o conceito em causa.

Tabela 1 - Recursos didácticos propostos pelos alunos (N = 124)

Recursos didácticos	Frequência	Percentagem
Actividades laboratoriais	82	66.1
Apresentação verbal de exemplos	40	32.3
Analogias	2	1.6

Dos 40 alunos que se propõem apresentar verbalmente exemplos, todos eles afirmam que apresentariam exemplos de fenómenos do dia a dia mas alguns acrescentam ainda exemplos de reacções químicas académicas. De notar que os exemplos de reacções químicas académicas mencionados pelos futuros professores foram a dissolução do ácido sulfúrico e a dissolução do cloreto de sódio, as quais, mesmo que fossem realizadas na aula, não seriam facilmente distinguidas de uma mistura de substâncias e/ou de uma transformação física. Por outro lado, apenas 16 futuros professores explicitam os fenómenos do dia a dia a que recorreriam, verificando-se que o

"enferrujamento do ferro" e as "reações de combustão" são frequentemente mencionados, devido talvez à frequência com que ocorrem no quotidiano. Apresentam-se de seguida alguns extractos ilustrativos de como os exemplos de reações químicas seriam usados pelos futuros professores:

- "num ambiente de conversa questionava os alunos sob experiências que demonstrem reações químicas no dia a dia. Como: Já viram um portão enferrujado? O que acontece quando juntam água à cal para sulfatarem? E à aspirina efervescente na água?...aceitando as respostas, explicava-lhes tudo isso eram reações químicas" (4);
- "Quando se aquece a casa com um fogão a lenha, o fumo que se liberta é o produto de uma reação entre o carbono e o oxigénio que formam o dióxido de carbono... Assim tentava transmitir o conceito de reação química de acordo com situações do dia a dia" (15);
- "utilizaria exemplos do dia a dia (combustão talvez fosse o mais adequado) para introduzir o conceito e servir como exemplo" (43);
- "dava como exemplo a fermentação do vinho, os alimentos que se estragam na nossa cozinha, e que em tudo isto havia reações químicas".

O elevado número de futuros professores que não especificam o tipo de reações do dia a dia, limitando-se a enfatizar que seriam reações "comuns" ou do "quotidiano", poderá demonstrar que embora reconheçam a importância de ligar a Química ao dia a dia, desconhecem como fazê-lo:

- "dava alguns exemplos de reações químicas que acontecem vulgarmente no quotidiano dos alunos" (7);
- "através de exemplos comuns e vulgares no meio que nos rodeia, chamava a atenção da existência de reações químicas" (20);
- "No início da aula ... introduzia o tema começando por explicar que há muitos fenómenos do dia a dia (do nosso quotidiano) que são explicáveis por ocorrência de reações químicas, dando exemplos. Seguidamente explicar os intervenientes nas reações químicas, ou seja reagentes e produtos da reação (definindo-os e caracterizando-os)" (104).

Os futuros professores que recorreriam a analogias estabelecem comparações entre reacções químicas e encontros entre pessoas (comparando os diversos comportamentos das pessoas e dos reagentes (10)) ou estabelecem uma correspondência entre reagentes e produtos, por um lado, e pessoas agrupadas de formas diferentes, por outro (17).

Os futuros professores que se propõem utilizar actividades laboratoriais nas aulas (N = 82) fá-lo-iam de diversas formas. Na secção que se segue analisaremos o modo como essas actividades seriam utilizadas.

Utilização das actividades laboratoriais

No que respeita às actividades laboratoriais, os futuros professores propõem-se usá-las com o objectivo de confirmar/ilustrar o conceito previamente ensinado, ou de modo a permitir aos alunos realizarem uma exploração prévia do conceito, ou ainda como ponto de partida para o estudo do tema (Tabela 2).

Tabela 2 - Utilização das actividades laboratoriais (N = 82)

Objectivo	Frequência	Percentagem
Exploração	4	4.9
Ponto de partida	20	24.4
Confirmação/ilustração	58	70.7

A grande maioria dos alunos que se propõem utilizar actividades laboratoriais fá-lo de modo a confirmar/ilustrar conceitos previamente apresentados, inserindo essas actividades numa estratégia global de tipo dedutivo, como se pode constatar pelos exemplos de resposta a seguir apresentados:

- "[...] de seguida, esclarecidos sobre a noção de transformação, reagentes e produtos de reacção ilustrava a inter-relação de conceitos por reag → prod de reacção. Com uma experiência simples mas que causasse impacto aos alunos tentaria que aprendessem a trabalhar em grupo e [...] aí relacionassem o conceito adquirido com a experiência" (3);

- "Em primeiro lugar definiria o conceito de reacção química [...] depois exemplificaria através de uma experiência laboratorial, nomeadamente onde se partiriam de reagentes que ao reagirem formassem um produto que mudava de cor [...]. Acabava a aula com uma ficha formativa" (12);
- "Primeiro começava por explicar e definir o que se entende por reacção química. Pouco depois escrevia no quadro uma reacção química com base em letras. Ex. $A+B \rightarrow C+D$ [...] em frente aos alunos realizava uma experiência como 2 ou mais reagentes poderiam dar um produto diferente de cada um deles" (38).

Verifica-se, ainda, que alguns dos futuros professores utilizariam actividades laboratoriais:

i) como um ponto de partida para o ensino do tema:

- "Inicialmente faria algumas experiências simples e rápidas onde observava determinadas reacções químicas. De modo a despertar-lhes a curiosidade dos alunos para o tema. Depois tentava que os alunos explicassem por eles o que é uma reacção química tendo em conta o que observaram" (24);
- "Iniciaria a aula começando por realizar uma pequena experiência. Numa pequena tina de água introduzia um pedacinho de sódio, e verificava o que acontecia. Pedia depois aos alunos que descrevessem o que observavam [...] a posteriori serão introduzidos todos os conceitos científicos necessários à compreensão da referida experiência" (109);
- "Começava por lhes perguntar qual era o conceito de reacção química [...] depois realizava experiências simples como:
 - 1 – transferir água de um recipiente para outro
 - 2 – colocava azeite em água
 - 3 – misturava uma pequena quantidade de sódio em água
 - 4 – aquecer água
 e perguntava quais destas experiências eles achavam que se tratava de uma reacção química e só no fim apresentava de uma forma teórica o conceito de reacção química" (11);

ii) ou como uma forma de os alunos explorarem o conceito, antes da sua introdução:

- "Dividia a turma em grupos [...] em cada bancada colocava o material/equipamento necessários e reagentes necessários e a "Ficha de Trabalho" correspondente. [...] realização do trabalho experimental de acordo com a metodologia seguida na ficha de trabalho e registar na mesma resultados e conclusões. [...] cada porta voz do grupo apresenta as suas conclusões. No final o professor com os alunos verifica e compara as respostas e, em conjunto, escrevem a conclusão final, sob a orientação do professor" (80).

Em ambos os casos, as actividades laboratoriais encontram-se inseridas numa estratégia global de tipo indutivo, embora no penúltimo caso essa estratégia estivesse muito mais centrada no professor do que no último caso. Refira-se ainda que no penúltimo caso alguns futuros professores afirmaram que começariam, embora de modos diferentes, por questionar os alunos acerca do conceito de reacção química, mas parece que as ideias eventualmente apresentadas pelos alunos não interfeririam muito na estratégia a adoptar, dado estar previsto que no fim o professor apresentaria/introduziria o conceito de reacção química, sem que se explicitasse uma estratégia para ajudar o aluno a reconstruir as suas ideias.

Finalmente, é de realçar que nenhum futuro professor previu usar as actividades laboratoriais para interpretar ou investigar situações como a corrosão dos metais, a eliminação de produtos na rede de esgoto sem tratamento prévio, etc., questões que interessam ao cidadão comum, por terem a ver com o dia a dia e com questões de saúde e de protecção ambiental. Este aspecto parece indicar que apesar do tema reacções químicas ser abordado pela primeira vez no 3º ciclo do ensino básico e de um dos objectivos deste ciclo ter a ver com a formação dos cidadãos, independentemente das suas carreiras futuras (D.E.B., 1995), ele não foi tido em conta na planificação da aula, o que poderá reflectir ou um (compreensível) desconhecimento do programa ou o reflexo de vários anos de ensino a que os futuros professores foram submetidos e segundo o qual, provavelmente, o importante eram os conteúdos a ensinar.

Execução das actividades laboratoriais

São poucos os futuros professores que dariam aos alunos a oportunidade de realizar as actividades laboratoriais. Assim, na grande maioria dos casos, os alunos teriam um papel passivo, não estando envolvidos nem na planificação das actividades nem na sua execução, nem mesmo na análise dos resultados encontrados. Esta forma de executar as actividades laboratoriais, com pouca utilidade em termos de aprendizagem significativa, é no entanto consistente com as estratégias gerais de ensino que a maioria dos futuros professores propôs.

É ainda interessante constatar que quatro futuros professores referem explicitamente que só realizariam actividades experimentais no laboratório:

- "Por fim, se fosse possível iria com eles para o laboratório para consolidar o conceito" (118);
- "Caso estivesse no laboratório realizava uma reacção química para eles procurarem entender na prática tudo aquilo que tinha sido explorado teoricamente" (57).

Se em alguns casos esta dependência do laboratório faz sentido, dada a necessidade de condições especiais para realizar actividades em segurança, noutros casos ela pode constituir apenas uma falsa justificação para a não realização de actividades laboratoriais.

Conteúdo das actividades laboratoriais propostas

A análise do conteúdo das actividades laboratoriais propostas pelos futuros professores mostra que nem sempre são as mais adequadas para abordar o tema e que frequentemente seriam inadequadamente exploradas, podendo constituir um obstáculo à aquisição do conceito de reacção química.

Em relação aos reagentes a utilizar nas actividades laboratoriais, verifica-se que 46 dos 82 futuros professores que se propunham usar actividades laboratoriais não os especificam. Este facto poderá indicar uma dificuldade com a selecção (apenas com recurso à memória) dos reagentes a utilizar ou simplesmente um aspecto a que não atribuíram grande importância no contexto da actividade que lhes foi proposta, apesar de lhes ter sido solicitada uma descrição pormenorizada.

Quando os reagentes a utilizar são mencionados (Tabela 3), constata-se que são inadequados à abordagem do tema, por:

- poderem reforçar concepções alternativas dos alunos sobre o tema em causa. Por exemplo, a reacção entre o sódio e a água (escolhida por oito futuros professores) poderá reforçar a concepção alternativa "numa reacção química existe um reagente principal", dado que não é perceptível a transformação da água. Por outro lado, na mesma reacção observa-se uma chama o que poderá reforçar a concepção alternativa "uma substância chamada calor produz-se na reacção";
- serem utilizados para ilustrar reacções químicas que na verdade não o são (ex. açúcar e água). De facto, aquando da dissolução de açúcar em água não ocorre uma reacção química uma vez que a estrutura do açúcar não é modificada na presença da água (Pimentel, 1978);
- não evidenciarem, em termos macroscópicos, a ocorrência de uma reacção química. Por exemplo, a reacção entre o sal (cloreto de sódio) e a água, referida por 14 futuros professores, apesar de traduzir uma reacção química (Pimentel, 1978), não é detectada em termos perceptuais, não parecendo por isso adequada para uma primeira abordagem do conceito;
- conduzirem a reacções demasiado complexas (formação de uma bola de borracha) para quem inicia o estudo, podendo mesmo mascarar aspectos importantes para a compreensão do conceito;
- incluírem reagentes no estado gasoso (por exemplo, combustão do papel ou de uma vela) o que, segundo Moreno e Moreno (1989), dificulta a aprendizagem do conceito de reacção química, dada a dificuldade dos alunos em visualizarem os gases.

Tabela 3 - Actividades laboratoriais propostas pelos alunos (N = 36)

Actividades de laboratório	Frequência
Sódio e água	8
Água e açúcar	3
Água e sal	14
Brometo de sódio e água	1
Óxido de cálcio e água	1
Cromato de potássio e ácido nítrico	1
Electrólise da água	2
Tintas de cor diferente	1
Vela a arder	2
Azeite e água	1
Transferência de água de um recipiente para outro	
Sódio e água	
Aquecer água	
Queimar papel	1
Vinagre e mármore	
Rasgar papel	
Gelo e sal	
Queimar papel	1
Combustão do magnésio	
Zinco e ácido clorídrico	
Síntese de uma bola de borracha	
Iodeto de potássio e nitrato de chumbo	
Permanganato de potássio e ácido sulfúrico e álcool	

Constata-se que alguns futuros professores seleccionam mais do que uma actividade laboratorial para a abordagem do conceito, correspondendo algumas destas a transformações físicas (aquecer água), outras a transformações químicas (sódio e água; zinco e ácido clorídrico) e outras não evidenciam qualquer tipo de transformação física ou química (rasgar papel; juntar azeite e água). Se as primeiras poderão ser úteis na abordagem do tema (dado que para alguns alunos "numa transformação química as substâncias apenas mudam de estado físico"), a utilidade das últimas poderá

ser questionada por não corresponder a uma transformação química nem contribuir para a distinção entre esta e uma transformação física.

Ao explorarem as actividades laboratoriais propostas, os futuros professores baseiam-se exclusivamente em informações sensoriais (mudança de estado físico, da cor de um sistema) para concluir acerca da ocorrência de uma reacção química, a qual é interpretada apenas em termos macroscópicos.

- "fazia uma reacção bem visível [...] por exemplo aquelas reacções em que há libertação de gases ou mudança de cor, de modo que ficasse bem claro que ocorreu uma reacção química" (22);
- "Experiências em que os alunos poderiam chegar facilmente à conclusão de que se tratava de uma reacção química (através de mudança de cor, ou de estado da matéria)" (31).

De facto, apesar da interpretação corpuscular no estudo da reacção química ser importante, constata-se que, dos futuros professores que sugerem como recurso a realização de actividades laboratoriais, apenas um propõe uma analogia que parece ter como intenção essa interpretação:

- "Mostrava um acetato com jogadores de football (elementos) que juntos formavam uma equipa (composto)" (90).

De referir ainda que nenhum futuro professor sugere a realização de uma actividade laboratorial na qual se possa constatar a conservação da massa, para estabelecer uma relação entre os níveis de interpretação macroscópico e corpuscular de uma reacção química.

Embora não constituísse um objectivo deste trabalho, a análise das descrições de aula efectuadas pelos participantes no estudo permitiu ainda verificar que a própria linguagem usada pelos futuros professores, para acompanhar a explicação da actividade laboratorial, não é, na maioria dos casos, a mais adequada, podendo mesmo reforçar concepções alternativas, como se pode constatar pelos exemplos de resposta a seguir apresentados:

- "perguntava-lhes o que acontece se misturarmos 2 ou mais substâncias conhecidas (por exemplo água e sal) chamando a isso reacção química" (64);
- "explicava aos alunos que determinados reagentes em conjunto dão origem a determinados produtos" (69);

- "Verificava como se dava essa reacção [não especifica qua], ou seja, pegava num copo e misturava os dois reagentes para dar o produto" (95);
- Do ponto de vista científico é importante que eles compreendam que mesmo quando nada parece acontecer, a reacção ocorre; que por exemplo quando misturamos água com açúcar o açúcar "desaparece" mas continua lá só que de outra forma" (30).

De facto, a frequente utilização do verbo 'misturar' pode reforçar e/ou induzir a concepção alternativa de que uma reacção química é uma mistura de substâncias, que não exige transformação das substâncias postas em contacto (reagentes).

Conclusões e implicações para a formação inicial de professores

A análise das descrições de aulas efectuadas pelos futuros professores, sem formação em Metodologia do ensino da Física e Química, permitiu verificar que a maioria dos futuros professores utilizariam, como recurso didáctico para a abordagem do conceito de reacção química, actividades laboratoriais. Contudo, estas não seriam utilizadas para interpretar ou explicar problemas do dia a dia, que interessam ao cidadão comum, apesar da variedade de contextos a que, para o efeito, se poderia recorrer. Disso são exemplos o caso da poluição ambiental ou da saúde humana. O recurso a estes contextos tornaria o conceito a aprender mais significativo e útil e seria importante, uma vez que se sabe que o conhecimento tende a ficar inerte quando adquirido de um modo isolado de contextos problemáticos (Hennessy, 1993).

As actividades laboratoriais que seriam realizadas nas aulas teriam, na sua grande maioria, o objectivo de confirmar/ilustrar os conhecimentos previamente apresentados, existindo evidências de que seria muito reduzido o envolvimento cognitivo dos alunos nas actividades. Este reduzido envolvimento é também válido para o envolvimento psicomotor, dado que a maioria das actividades seria executada como demonstração. Para a aprendizagem de conceitos científicos o envolvimento mais importante é o cognitivo (Leite, no prelo), mas neste caso o envolvimento psicomotor seria

importante, dado que ele poderia ampliar o efeito da motivação provocada pela espectacularidade de algumas reacções químicas e aumentar o envolvimento afectivo dos alunos com a aula, facilitando a aprendizagem do conhecimento conceptual em questão. De salientar ainda que o trabalho laboratorial proposto pelos futuros professores não se inseria num ensino de tipo construtivista, tendo portanto possibilidades limitadas no que respeita à reestruturação das concepções alternativas dos alunos,

Para além disso, muitas das actividades laboratoriais propostas pelos futuros professores seriam inadequadas por poderem reforçar concepções alternativas dos alunos sobre o conceito em causa, por serem demasiado complexas para o nível académico dos alunos ou por não traduzirem reacções químicas.

As conclusões deste estudo não só suportam as expectativas apresentadas na parte teórica deste artigo, como reforçam a necessidade de considerar as concepções dos futuros professores na disciplina de Metodologia do ensino da Física e Química, de modo a promover a sua mudança.

Apesar de os futuros professores terem frequentado na Universidade várias disciplinas de Química com uma componente laboratorial forte, eles revelam grandes dificuldades na selecção e utilização de actividades laboratoriais. Se é certo que não podiam consultar materiais didácticos (nomeadamente, manuais escolares) durante a realização da tarefa que lhes foi proposta, o que lhes facilitaria a tomada de decisões acerca de quais as reacções químicas a usar e de como usar as actividades laboratoriais, também é certo que seria de esperar que eles tivessem disponível nas suas memórias um elevado número de reacções químicas, o que parece não ser totalmente verdade.

Parece então necessário não só que os futuros professores reconstruam os seus conhecimentos sobre o que são as reacções químicas, mas também que adquiram conhecimentos acerca de quais e de como as usar. Para isso, os futuros professores devem começar por "viajar no tempo" e reflectir, em conjunto com os professores, nomeadamente com os professores de didáctica, sobre o modo como decorreu a componente laboratorial das aulas de Física e Química que frequentaram na escola básica e secundária, com a finalidade de encontrarem causas para o que correu

menos bem e/ou foi menos eficaz, retendo o que foi proveitoso. Posteriormente, devem comparar o modo como decorreu o trabalho laboratorial na escola básica e secundária e na universidade, pois neste último caso o trabalho laboratorial terá permitido um maior envolvimento dos futuros professores, familiarizando-os com aspectos tais como execução de procedimentos laboratoriais, controlo e manipulação de variáveis e análise crítica dos resultados obtidos. Esta comparação deveria permitir aos futuros professores tomar consciência da importância desses aspectos.

Numa tentativa de encontrar alternativas válidas para o que precisa ser alterado, os futuros professores podem, durante a sua formação, recorrer à análise de actividades laboratoriais que constam dos manuais (os quais constituem uma ferramenta importante para os futuros professores, nomeadamente no ano de estágio) para que as fiquem a conhecer e para que sejam capazes de as reformular (García, Martínez & Mondelo, 1998), por forma a que estas possam ser utilizadas e exploradas, de modo adequado, para o ensino do tema. Considera-se também importante que os futuros professores analisem o papel que é atribuído ao trabalho laboratorial nos programas de Física e Química e que se apercebam de que, apesar da chamada de atenção que o programa faz para a existência e as potencialidades dos diferentes tipos de actividades laboratoriais, "muitas são descritas de modo empobrecedor, nas sugestões metodológicas dos programas, parecendo muitas delas confusas e não exequíveis ou não produtivas em sala de aula" (Martins & Veiga, 1999, p. 36). Podem também analisar gravações de aulas onde se utilizem actividades laboratoriais e/ou simular aulas. Nesta perspectiva, não se trata tanto de ir para o laboratório executar mais actividades laboratoriais; trata-se antes de aprender a usá-las, analisando materiais desenvolvidos e práticas implementadas por outrem e também desenvolvendo materiais didácticos adequados (nomeadamente protocolos laboratoriais mais consistentes com a perspectiva construtivista) e preparando e implementando algumas práticas, mesmo que em regime de simulação.

Por outro lado, é também importante que os futuros professores compreendam que, apesar de o laboratório ser um recurso importante, ele não constitui uma panaceia para todos os males da educação (Hodson, 1994; Wellington, 1998). Usar o laboratório não é só por si melhor do que não o usar. A sua utilidade depende, acima de tudo, do modo como é usado.

Este estudo forneceu-nos uma ideia global acerca das concepções dos futuros professores sobre a utilização das actividades laboratoriais no ensino. Importa agora implementar a formação dos futuros professores, de modo a mudar e/ou a desenvolver as concepções que parecem menos adequadas, e avaliar a eficácia dessa formação. Não será suficiente realizar este trabalho ao nível da disciplina de Metodologia de ensino, mas será importante continuá-lo durante o ano de estágio e até mesmo após o estágio, pelo menos durante o período de indução, de modo a tornar robustas as novas concepções que se pretende sejam adquiridas e postas em prática pelos professores.

Referências

- AFONSO, Gina (1997). *Para um ensino construtivista da Química: Um estudo centrado nas Reacções Químicas*. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- AGUIRRE, Jose; HAGGERTY, Sharon & LINDER, Cedric (1990). Student teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, vol. 12, nº 4, pp. 381-390.
- BAR, V. & TRAVIS, A. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 28, nº 4, 363-382.
- BELL, Beverley & GILBERT, John (1996). *Teacher development*. Londres: The Falmer Press.
- CACHAPUZ, António & MARTINS, Isabel (1991). Formação em Química dos professores e ensino para a mudança conceptual. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, nº 46, pp.13-18.
- CACHAPUZ, António; MALAQUIAS, Isabel; MARTINS, Isabel; THOMAZ, Marília & VASCONCELOS, Nilza (1989). O trabalho experimental nas aulas de Física e Química. *Gazeta de Física*, vol. 12, nº 2, pp. 65-69.
- CHASTRETTE, M. & FRANCO, M. (1991). La reacción química: Descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9, nº 3, pp. 243-247.
- DE POSADA-APARICIO, J. (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia no estado solido. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, nº 1, pp. 12-19.
- DEB (1995). *Programa de Ciências Físico-Químicas*. 3º ciclo. Lisboa: DEB.
- DRIVER, Rosalind; SQUIRES, Ann; RUSHWORTH, Peter & WOOD-ROBINSON, Valerie (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Londres: Routledge.

- FREDERIK, Ineke; VALK, Ton; LEITE, Laurinda & THOREN, Ingvar (1999). Pre-service teachers and conceptual difficulties on Heat and Temperature. *European Journal of Teacher Education*, vol. 22, nº 1, pp. 61-74.
- FURIÓ, Carles; BULLEJOS, Juan & MANUEL, Esteban (1994). L'apprentissage de la réaction chimique comme activité de recherche. *Aster - La réaction Chimique*, vol. 18, pp. 141-164.
- GARCIA, S; MARTÍNEZ, C. & MONDELO, M. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 16, nº 2, 353-366.
- GIL-PEREZ, Daniel & CARRASCOSA-ALLIS, Jaime (1985). Science learning as conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, vol. 7, nº 3, pp. 231-236.
- GUNSTONE, Richard (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. WOOLNOUGH (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University press, pp. 67-77.
- HENNESSY, Sara (1993). Situated cognition and cognitive apprenticeship. *Studies in Science Education*, vol. 22, pp. 1-41.
- HESSE, Joseph & ANDERSON, Charles (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 29, nº 3, pp. 277-299.
- HEWSON, Peter; TABACHNICK, Robert; ZEICHNER, Kenneth & LEMBERGER, John (1999). Educating prospective teachers of Biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, vol. 83, nº 3, pp.373-384.
- HODSON, Derek (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, vol. 22, pp. 33-40.
- HODSON, Derek (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, nº 3, pp. 299-313.
- KWEN, Boo (1996). Consistency and inconsistency in A-level students understandings about conservation of mass on dissolving. *Research in Science & Technological Education*, vol. 14, nº 1, 55-66.
- LAURSEN, Per (1994). Teacher thinking and didactics: prescriptive, rationalistic and reflective approaches. In I. Calgren; G. Handal & S. Vaage (eds.). *Teachers' minds and actions: Research on teachers' thinking and practice*. Londres: The Falmer Press, pp. 125-135.
- LEITE, Laurinda (1999a). *Trabalho laboratorial no ensino das Ciências*. Relatório Científico do Projecto nº 03/98, IIE-SIQE medida 2.
- LEITE, Laurinda (1999b). O ensino Laboratorial de "O Som e a Audição". Uma análise das propostas apresentadas por manuais escolares do 8º ano de escolaridade. In R. Castro; A. Rodrigues; J. Silva & M. Sousa (org.). *Manuais escolares: Estatuto, funções, história*. Braga: Universidade do Minho, pp. 255-266.
- LEITE, Laurinda (no prelo). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *Cadernos Didácticos de Ciências*. Lisboa: DES.
- LOUGRAN, John (1996). *Developing reflective practice: Learning about teaching and learning through modelling*. Londres: The Falmer Press.

- MARTINS, Isabel & VEIGA, M^a Luísa (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: IIE.
- MARTINS, Isabel (1989). *A energia nas reacções químicas: Modelos interpretativos usados por alunos do ensino secundário*. Tese de doutoramento (não publicada), Universidade de Aveiro.
- MILLAR, Robin (1998). Rhetoric and reality: What practical work in science is really for? In J. WELLINGTON (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?* Londres: Routledge, pp. 16-31.
- MORENO, Jose & MORENO, Antonio, (1989). *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: LAIA/MEC.
- PASDELOUP, Maurice & LAUGIER, André (1994). Le concept de réaction chimique en gestation. *Aster - La réaction Chimique*, vol. 18, pp. 165-182.
- PIMENTEL, George (1978). *Química: uma ciência experimental*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- SKAMP, Keith (1997). Student teachers' entry perceptions about teaching primary science: Does a first degree make a difference? *Research in Science Education*, vol. 27, n^o. 4, pp. 515-539.
- SOLOMONIDOU, Christine & STRAVIDOU, Hélène (1994). Les transformations des substances: enjeu de l'enseignement de la réaction chimique. *Aster - La réaction Chimique*, vol. 18, pp. 75-96.
- STOFFLETT, René (1994). The accommodation of science pedagogical knowledge: The application of conceptual change constructs to teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, n^o 8, pp.787-810.
- TABACHNICK, Robert & ZEICHNER, Kenneth (1999). Idea and action: Action Research and the development of conceptual change teaching of science. *Science Education*, vol. 83, n^o 3, pp. 309-322.
- VALK, Ton & BROEKMAN, Harry (1999). The lesson preparation method: A way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education*, vol. 22, n^o 1, pp. 11-22.
- VECCHI, Gérard & GIORDAN, André (1990). *L'enseignement scientifique: Comment faire pour que ça marche?* Paris: Z'édicions.
- WELLINGTON, Jerry (1998). Practical work in science: Time for a reappraisal. In J. WELLINGTON (ed.). *Practical work in school science: which way now?* Londres: Routledge, pp. 3-15.
- WELLINGTON, Jerry (2000). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge.

PROSPECTIVE PHYSICAL SCIENCE TEACHERS' CONCEPTIONS ON THE USE OF LABORATORY ACTIVITIES

Abstract

Based on a constructivist perspective of teaching and learning it is expected that prospective physical science teachers hold ideas about how physical science should be taught as well as that those ideas interfere with learning in university subjects that aim to prepare them for effective teaching. This is precisely the main aim of the didactics courses. The objective of this study is to diagnose the previous ideas on the use of the laboratory for physical science teaching brought to a didactics course by prospective teachers. In order to collect data, prospective teachers were asked to imagine themselves as 8th grade teachers and to describe a lesson to teach the concept of chemical reaction. The results indicate that prospective teachers would draw heavily on laboratory activities but in most cases they would not use them properly.

CONCEPTIONS DES FUTURS ENSEIGNANTS DE SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES SUR L'UTILISATION DES ACTIVITÉS DE LABORATOIRE

Résumé

Selon la perspective constructiviste de l'enseignement et de l'apprentissage, on attend que les futurs enseignants de sciences physico-chimiques aient des idées préalables sur comment cette discipline doit être enseignée et que ces idées influencent leurs apprentissages dans les disciplines qui ont pour but de les préparer pour un enseignement plus efficace, notamment dans les disciplines de Didactique/Methodologies de l'enseignement de la physique et de la chimie. L'objectif de cette étude est de faire le diagnostic des idées préalables des futurs enseignants quand ils arrivent en Méthodologie de l'enseignement de la physique et de la chimie, en ce qui concerne l'utilisation des activités de laboratoire. Pour la cueillette des données, on a demandé à de

futurs enseignants qu'ils s'imaginent enseignant la 8^e année de scolarité et qu'ils décrivent comment ils donneraient une leçon qui aurait pour objectif d'enseigner le concept de Réaction Chimique. Les résultats indiquent que les futurs enseignants auraient recours d'une façon significative aux activités de laboratoire mais ils ne les utiliseraient pas de la façon la plus adéquate.